

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4041360号
(P4041360)

(45) 発行日 平成20年1月30日(2008.1.30)

(24) 登録日 平成19年11月16日(2007.11.16)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 5/05 (2006.01) A 6 1 B 5/05 B

請求項の数 7 (全 20 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2002-202843 (P2002-202843) (22) 出願日 平成14年7月11日 (2002.7.11) (65) 公開番号 特開2004-41435 (P2004-41435A) (43) 公開日 平成16年2月12日 (2004.2.12) 審査請求日 平成17年1月20日 (2005.1.20)</p>	<p>(73) 特許権者 000133179 株式会社タニタ 東京都板橋区前野町1丁目14番2号 (74) 代理人 100125689 弁理士 大林 章 (74) 代理人 100125335 弁理士 矢代 仁 (72) 発明者 中田 雅人 東京都板橋区前野町1丁目14番2号 株式会社タニタ内 審査官 谷垣 圭二</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生体インピーダンス測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

生体若しくは外部基準器について、又は生体、外部基準器若しくは内部基準器についてのインピーダンスに基因する電圧を測定する測定手段と、

前記測定手段で測定されたインピーダンスに基因する電圧を、抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離する分離手段と、

前記測定手段に生じるインピーダンス変動要因に基づく変動を表す変動変数と、実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数とに、生体又は外部基準器の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を表す真インピーダンス変数を対応させたインピーダンス演算式を予め記憶する演算式記憶手段と、

10

前記測定手段で測定される外部基準器のインピーダンスに基因する電圧に対応して前記分離手段で分離される抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧と、前記測定手段で測定される外部基準器のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分とを、前記演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式に代入し、変動変数の定数である変動定数を演算する変動定数演算手段と、

前記変動定数演算手段で演算された変動定数を記憶する変動定数記憶手段と、

前記変動定数記憶手段で記憶される変動定数と、前記測定手段で測定される生体のインピーダンスに基因する電圧とを、前記演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式に代入し、生体の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を演算する生

20

体インピーダンス演算手段と、

を備えることを特徴とする生体インピーダンス測定装置。

【請求項 2】

前記変動定数演算手段は、前記測定手段で測定される異なる複数の外部基準器の各インピーダンスに基因する各電圧に対応して前記分離手段で分離される各抵抗成分に基因する各電圧及び各リアクタンス成分に基因する各電圧と、前記測定手段で測定される異なる複数の外部基準器の各インピーダンスの各抵抗成分及び各リアクタンス成分とを、前記演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式に代入し、変動変数の定数である変動定数を演算することを特徴とする請求項 1 記載の生体インピーダンス測定装置。

【請求項 3】

前記インピーダンス演算式は、変動変数として、抵抗成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_R 、リアクタンス成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_X 、抵抗成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSR} 及びリアクタンス成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSX} とし、実測電圧変数として、生体又は外部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BR} 、リアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BX} 、内部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RR} 及びリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RX} とし、真インピーダンス成分変数として、生体又は外部基準器の真のインピーダンスの抵抗成分を表す真インピーダンス成分変数を R_B 及びリアク

【数 1】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}$$

で表される式であることを特徴とする請求項 2 記載の生体インピーダンス測定装置。

【請求項 4】

前記インピーダンス演算式は、変動変数として、抵抗成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_R 、リアクタンス成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_X 、抵抗成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSR} 及びリアクタンス成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSX} とし、実測電圧変数として、生体又は外部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BR} 、リアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BX} 、内部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RR} 及びリアクタンス成分に基因する電

、

10

20

30

40

【数 8】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} m_R \\ m_X \end{pmatrix}}$$

で表される式であることを特徴とする請求項 2 記載の生体インピーダンス測定装置。

10

【請求項 5】

前記インピーダンス演算式は、変動変数として、抵抗成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_R 、リアクタンス成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_X 、抵抗成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSR} 及びリアクタンス成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSX} とし、実測電圧変数として、生体又は外部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BR} 、リアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BX} 、内部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RR} 及びリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RX} とし、真インピーダンス成分変数として、生体又は外部基準器の真のインピーダンスの抵抗成分を表す真インピーダンス成分変数を R_B 及びリアクタンス成分を表す真インピーダンス成分変数を X_B とし、

20

【数 9】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}$$

30

で表される式であることを特徴とする請求項 2 記載の生体インピーダンス測定装置。

【請求項 6】

前記インピーダンス演算式は、変動変数として、抵抗成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_R 、リアクタンス成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_X 、抵抗成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSR} 及びリアクタンス成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSX} とし、実測電圧変数として、生体又は外部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BR} 、リアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BX} 、内部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RR} 及びリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RX} とし、真インピーダンス成分変数として、生体又は外部基準器の真のインピーダンスの抵抗成分を表す真インピーダンス成分変数を R_B 及びリアクタンス成分を表す真インピーダンス成分変数を X_B とし、

40

【数 1 0】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix}} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}$$

で表される式であることを特徴とする請求項 2 記載の生体インピーダンス測定装置。

10

【請求項 7】

前記インピーダンス演算式は、変動変数として、抵抗成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_R 、リアクタンス成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_X とし、実測電圧変数として、生体又は外部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BR} 、リアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BX} 、内部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RR} 及びリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RX} とし、真インピーダンス成分変数として、生体又は外部基準器の真のインピーダンスの抵抗成分を表す真インピーダンス成分変数を R_B 及びリアクタンス成分を表す真インピーダンス成分変数を X_B とし、また、定数を m_R 、 m_X とし、

20

【数 1 1】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix}} + \begin{pmatrix} m_R \\ m_X \end{pmatrix}$$

30

で表される式であることを特徴とする請求項 2 記載の生体インピーダンス測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、実測される生体のインピーダンスを抵抗成分とリアクタンス成分とに分離し、生体の真のインピーダンスを求める生体インピーダンス測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

生体インピーダンスの測定電流経路に、測定される生体インピーダンス値を適当に分割し得る複数の既知抵抗値の基準抵抗群を生体と直列接続し、基準抵抗群の複数の抵抗値による電圧降下値と生体による電圧降下値を測定し、複数の抵抗値とそれに対応した複数の測定電圧値とにより両者間の相関式を決定し、測定によって得られた生体の測定電圧値と相関式を用いて生体インピーダンスを求めるインピーダンス測定法（特許第 2 8 3 5 6 5 6 号公報参照）が開示されている。

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来のインピーダンス測定法は、定電流を生成するための正弦波発振器や電圧 - 電流変換器、電流経路等にインピーダンス変動要因を含む。このために、測定されて求められた生体インピーダンスは、正確さに欠けるものであった。

【0004】

50

そこで、本発明は、上記のような従来の問題点を解決することを目的とするもので、インピーダンス変動要因による変動の影響の少ない正確な生体インピーダンス測定装置を提供することを課題とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を達成するために、本発明の生体インピーダンス測定装置は、生体若しくは外部基準器について、又は生体、外部基準器若しくは内部基準器についてのインピーダンスに基因する電圧を測定する測定手段と、前記測定手段で測定されたインピーダンスに基因する電圧を、抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離する分離手段と、前記測定手段に生じるインピーダンス変動要因に基づく変動を表す変動変数と、
 10 実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数とに、生体又は外部基準器の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を表す真インピーダンス変数に対応させたインピーダンス演算式を予め記憶する演算式記憶手段と、前記測定手段で測定される外部基準器のインピーダンスに基因する電圧に対応して前記分離手段で分離される抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧と、前記測定手段で測定される外部基準器のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分とを、前記演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式に代入し、変動変数の定数である変動定数を演算する変動定数演算手段と、前記変動定数演算手段で演算された変動定数を記憶する変動定数記憶手段と、前記変動定数記憶手段で記憶される変動定数と、前記測定手段で測定される生体のインピーダンスに基因する電
 20 圧とを、前記演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式に代入し、生体の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を演算する生体インピーダンス演算手段と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 6 】

また、前記変動定数演算手段は、前記測定手段で測定される異なる複数の外部基準器の各インピーダンスに基因する各電圧に対応して前記分離手段で分離される各抵抗成分に基因する各電圧及び各リアクタンス成分に基因する各電圧と、前記測定手段で測定される異なる複数の外部基準器の各インピーダンスの各抵抗成分及び各リアクタンス成分とを、前記演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式に代入し、変動変数の定数である変動定数を演算することを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

また、前記インピーダンス演算式は、変動変数として、抵抗成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_R 、リアクタンス成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数を C_X 、抵抗成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSR} 及びリアクタンス成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数を V_{OSX} とし、実測電圧変数として、生体又は外部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BR} 、リアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{BX} 、内部基準器の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RR} 及びリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数を V_{RX} とし、真インピーダンス成分変数として、生体又は外
 40 部基準器の真のインピーダンスの抵抗成分を表す真インピーダンス成分変数を R_B 及びリアクタンス成分を表す真インピーダンス成分変数を X_B とし、

【数 2】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}$$

の式であることを特徴とする。

【0008】

10

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【0009】

初めに、第1の実施の形態として、ハード的処理によって、実測される生体のインピーダンスを抵抗成分とリアクタンス成分とに分離して生体の真のインピーダンスを求める態様について詳述する。

【0010】

第1の実施の形態に係わる生体インピーダンス測定装置の構成について、図1に示すブロック図を参照して説明する。

【0011】

20

第1の実施の形態の生体インピーダンス測定装置は、測定手段1と、記憶部2と、マイコン3と、表示部4とを備える。

【0012】

測定手段1においては、生体5、外部基準器6又は内部基準器7についてのインピーダンスに基因する電圧を測定する。そして、この測定手段1は、定電圧（正弦波交流）発生器8、電圧/電流変換器9、内部基準器7、電極A10、電極B11、切替器12、増幅器13、フィルタ14及びA/D変換器（同期検波方式）15から成る。

【0013】

定電圧（正弦波交流）発生器8は、高周波（例えば、50kHz）の定電圧を発生し、電圧/電流変換器9に出力すると共に、正弦波発生タイミング信号をA/D変換器（同期検波方式）15に出力する。電圧/電流変換器9は、定電圧（正弦波交流）発生器8から受けた定電圧を定電流に変換し、内部基準器7に出力する。

30

【0014】

内部基準器7は、環境等の温度変化の原因により、定電圧（正弦波交流）発生器8や電圧/電流変換器9からの定電流の変化がもたらすインピーダンスの影響を補正するための基準となるインピーダンスである。この内部基準器7は、従来技術で引用したインピーダンス測定法（特許第2835656号公報参照）における複数の既知抵抗値の基準抵抗群にあたるものである。本件においては、この内部基準器7には、一つの既知基準抵抗を用いる。

【0015】

40

電極A10は、電圧/電流変換器9から内部基準器7を経た定電流を生体5又は外部基準器6に通電するための端子である。電極B11は、生体5又は外部基準器6に発生する電圧を検出するための端子である。

【0016】

切替器12は、定電流が内部基準器7に流れたことにより内部基準器7に発生する電圧と、定電流が2つの電極B11間の生体5又は外部基準器6に流れたことにより2つの電極B11間に発生する電圧との検出を切り替える。

【0017】

増幅器13は、切替器12を経た内部基準器7のインピーダンスに基因する電圧、又は生体5若しくは外部基準器6のインピーダンスに基因する電圧を増幅する。フィルタ14は

50

、増幅器 13 で増幅された電圧のノイズ成分を除去する。

【0018】

A/D変換器(同期検波方式)15は、フィルタ14でノイズ成分が除去された電圧(アナログ)をデジタル変換すると共に、定電圧(正弦波交流)発生器8からの正弦波発生のタイミング信号に基づいて、内部基準器7又は生体5若しくは外部基準器6の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離してマイコン3に出力する。なお、このA/D変換器(同期検波方式)15は、測定手段1の一部を成すと共に、測定手段1で測定されたインピーダンスに基因する電圧を、抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離する分離手段16をも兼ねる。

【0019】

記憶部2においては、演算式記憶手段17及び変動定数記憶手段18を有すると共に、各種演算の際の一時的な記憶その他の公知の如き記憶を行う。なお、記憶部2には、EEPROMを用いる。

【0020】

演算式記憶手段17は、測定手段1に生じるインピーダンス変動要因に基づく変動を表す変動変数と、実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数とに、生体5又は外部基準器6の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を表す真インピーダンス変数を対応させたインピーダンス演算式を予め記憶する。

【0021】

なお、インピーダンス演算式は、測定手段1に生じるインピーダンス変動要因に基づく変動を考慮した図2の測定手段1における回路モデルに基づいて導き出した数3の式である。図2の各部は、測定手段1に生じる位相変動成分を $H(\)$ 、電圧/電流変換器9のインピーダンスを Z_i 、内部基準器7のインピーダンスを Z_R 、浮遊容量等によるインピーダンスを Z_S 、生体5又は外部基準器6のインピーダンスを Z_B 、内部基準器7と生体5(又は外部基準器6)とにかけて生ずる電圧を V_O 、内部基準器7のインピーダンス成分で生ずる電圧を V_R 、生体5又は外部基準器6のインピーダンス成分で生ずる電圧を V_B で表す。

【0022】

この回路モデルによると、生体5又は外部基準器6のインピーダンスは、 $Z_B = V_B / (1 - Z_R / Z_S) \cdot Z_R / V_R = C V_B / V_R$ の式となる。ここでCは、スケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数となる。そして、この式に、主に Z_S に起因するオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数 V_{OS} を考慮すると共に、各変数を抵抗成分及びリアクタンス成分に分解する(Z_B を生体5又は外部基準器6の真のインピーダンスの抵抗成分を表す真インピーダンス成分変数 R_B とリアクタンス成分を表す真インピーダンス成分変数 X_B とし、Cを抵抗成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数 C_R とリアクタンス成分のスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数 C_X とし、 V_B を生体5又は外部基準器6の抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数 V_{BR} とリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数 V_{BX} とし、 V_R を内部基準器7の抵抗成分に基因する電圧を表す実測電圧変数 V_{RR} とリアクタンス成分に基因する電圧を表す実測電圧変数 V_{RX} とし、 V_{OS} を抵抗成分軸方向へのオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数 V_{OSR} とリアクタンス成分軸方向に対するオフセット電圧に基づく変動を表す変動変数 V_{OSX} とする。)ことで数3の式が導かれる。

【数3】

10

20

30

40

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}$$

【0023】

10

この数3の式におけるスケールファクター及び位相に基づく変動を表す変動変数 C_R 、 C_X 、オフセット電圧に基づく変動を表す変動変数 V_{OSR} 、 V_{OSX} は、測定手段1に生じるインピーダンス変動要因に基づく変動を表す変動変数に該当する。

【0024】

図3は、インピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分の関係を座標に表す図である。縦軸 X はリアクタンス成分を、横軸 R は抵抗成分を、点 Z はインピーダンスを、座標交点 O は零地点を、偏角 θ は位相差を表す。スケールファクター及び位相に基づく変動を示す変動変数 C_R 、 C_X は、線分 OZ 方向の変動及び偏角 θ の変動についての変数を表し、オフセット電圧に基づく変動を表す変動変数 V_{OSR} 、 V_{OSX} は、座標交点 O の変動についての変数を表すものである。

20

【0025】

変動定数記憶手段18は、後述する変動定数演算手段19で演算される変動定数を記憶する。

【0026】

マイコン3においては、変動定数演算手段19及び生体インピーダンス演算手段20を有すると共に、定電圧（正弦波交流）発生器8からの高周波の定電圧の発生の制御その他の公知の如き制御を行う。

【0027】

変動定数演算手段19は、内部基準器7及び外部基準器6の測定によってA/D変換器（同期検波方式）15から出力された抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧と、測定手段1で測定される外部基準器6のインピーダンスの既知の抵抗成分及びリアクタンス成分とを、記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式（数3の式）に代入して変動変数の定数である変動定数を演算し、変動定数記憶手段18に出力する。

30

【0028】

生体インピーダンス演算手段20は、変動定数記憶手段18で記憶される変動定数と、測定手段1で測定される生体5のインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧とを、演算式記憶手段17に予め記憶されるインピーダンス演算式（数3の式）に代入し、生体5の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を演算する。

【0029】

40

表示部4は、生体インピーダンス演算手段20で演算された結果を表示する。

【0030】

第1の実施の形態に係わる生体インピーダンス測定装置の使用及び動作の流れについて、図4に示すフローチャートを参照して説明する。

【0031】

まず、図1に示すように、生体インピーダンスの測定範囲の下限に該当する既知のインピーダンス（例えば、 $R = 100$ 、 $X = 0$ ）である外部基準器6を電極A10及び電極B11に接続する（ステップ1）。

【0032】

続いて、マイコン3からの制御により定電圧（正弦波交流）発生器8から高周波（例えば

50

、50 kHz)の定電圧を発生し、電圧/電流変換器9でこの高周波の定電圧を定電流に変換し、内部基準器7へと出力する。また、定電圧(正弦波交流)発生器8からは正弦波発生のタイミング信号をA/D変換器(同期検波方式)15にも出力する。次いで、切替器12を既知のインピーダンス(例えば、 $R = 800$ 、 $X = 0$)である内部基準器7側と接続し、この内部基準器7に生じる電圧を検出し、この電圧を増幅器13で増幅し、この増幅された電圧のノイズ成分をフィルタ14で除去する。次いで、A/D変換器(同期検波方式)15で、この電圧(アナログ)をデジタル変換すると共に、定電圧(正弦波交流)発生器8からの正弦波発生のタイミング信号に基づいて、内部基準器7の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離してマイコン3に出力する。次いで、マイコン3で、この分離された内部基準器7の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを記憶部2に出力する。次いで、記憶部2で、この内部基準器7の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを一時的に記憶する(ステップ2)。

10

【0033】

続いて、切替器12を内部基準器7側から外部基準器6側へと接続を切替え、この外部基準器6に生じる電圧を検出し、増幅器13でこの電圧を増幅し、フィルタ14でこの増幅された電圧のノイズ成分を除去する。次いで、A/D変換器(同期検波方式)15で、この電圧(アナログ)をデジタル変換すると共に、定電圧(正弦波交流)発生器8からの正弦波発生のタイミング信号に基づいて、外部基準器6の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離してマイコン3に出力する。次いで、マイコン3で、この分離された外部基準器6の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを記憶部2に出力する。次いで、記憶部2で、この外部基準器6の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを一時的に記憶する(ステップ3)。

20

【0034】

続いて、電極A10及び電極B11への接続を、生体インピーダンスの測定範囲の下限に該当する既知のインピーダンス(例えば、 $R = 100$ 、 $X = 0$)である外部基準器6から、生体インピーダンスの測定範囲の上限に該当する既知のインピーダンス(例えば、 $R = 800$ 、 $X = 0$)である外部基準器6に替える(ステップ4)。

【0035】

続いて、ステップ2と同様の処理を行い、内部基準器7の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを記憶部2に一時的に記憶する(ステップ5)。

30

【0036】

続いて、ステップ3と同様の処理を行い、生体インピーダンスの測定範囲の上限に該当する既知のインピーダンス(例えば、 $R = 800$ 、 $X = 0$)である外部基準器6の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを記憶部2に一時的に記憶する(ステップ6)。

【0037】

続いて、変動定数演算手段19において、まず、ステップ3で記憶部2に一時的に記憶されている抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧と、ステップ1で電極A10及び電極B11に接続された外部基準器6のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を数3の式に代入して第1式とする。より具体的に詳述すると、数3の式の実測電圧変数 V_{RR} に、外部基準器6($R = 100$ 、 $X = 0$)の接続時における内部基準器($R = 800$ 、 $X = 0$)7の抵抗成分($R = 800$)に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{RX} に、外部基準器6($R = 100$ 、 $X = 0$)の接続時における内部基準器($R = 800$ 、 $X = 0$)7のリアクタンス成分($X = 0$)に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{BR} に、外部基準器6($R = 100$ 、 $X = 0$)の接続時におけるこの外部基準器6の抵抗成分($R = 100$)に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{BX} に、外部基準器6($R = 100$ 、 $X = 0$)の接続時におけるこの外部基準器6のリアクタンス成分($X = 0$)に基因する電圧を代入し、真インピーダンス成分変数 R_B に、外部基準器6($R = 100$ 、 $X = 0$)の接続時におけるこの外部基準

40

50

器 6 の抵抗成分 ($R = 100$) を代入し、真インピーダンス成分変数 X_B に、外部基準器 6 ($R = 100$ 、 $X = 0$) の接続時におけるこの外部基準器 6 のリアクタンス成分 ($X = 0$) を代入し、第 1 式とする。

【0038】

次に、ステップ 6 で記憶部 2 に一時的に記憶されている抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧と、ステップ 4 で電極 A 10 及び電極 B 11 に接続された外部基準器 6 のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を数 3 の式に代入して第 2 式とする。より具体的に詳述すると、数 3 の式の実測電圧変数 V_{RR} に、外部基準器 6 ($R = 800$ 、 $X = 0$) の接続時における内部基準器 ($R = 800$ 、 $X = 0$) 7 の抵抗成分 ($R = 800$) に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{RX} に、外部基準器 6 ($R = 800$ 、 $X = 0$) の接続時における内部基準器 ($R = 800$ 、 $X = 0$) 7 のリアクタンス成分 ($X = 0$) に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{BR} に、外部基準器 6 ($R = 800$ 、 $X = 0$) の接続時におけるこの外部基準器 6 の抵抗成分 ($R = 800$) に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{BX} に、外部基準器 6 ($R = 800$ 、 $X = 0$) の接続時におけるこの外部基準器 6 のリアクタンス成分 ($X = 0$) に基因する電圧を代入し、真インピーダンス成分変数 R_B に、外部基準器 6 ($R = 800$ 、 $X = 0$) の接続時におけるこの外部基準器 6 の抵抗成分 ($R = 800$) を代入し、真インピーダンス成分変数 X_B に、外部基準器 6 ($R = 800$ 、 $X = 0$) の接続時におけるこの外部基準器 6 のリアクタンス成分 ($X = 0$) を代入し、第 2 式とする。

【0039】

そして、第 1 式と第 2 式とを連立方程式で解くことにより、変動変数 C_R 、 C_X のそれぞれの定数 (変動定数)、実測電圧変数 V_{OSR} 、 V_{OSX} のそれぞれの定数 (変動定数) を求める (ステップ 7)。

【0040】

続いて、変動定数記憶手段 18 でこれらの求められた変動定数を以後継続的に記憶する (ステップ 8)。なお、記憶部 2 に一時的に記憶されたこれまでの各抵抗成分に基因する電圧と各リアクタンス成分に基因する電圧とは、以後記憶を消去しても良い。

【0041】

続いて、図 1 に示すように、生体 5 の一部位を電極 A 10 及び電極 B 11 に接続する (ステップ 9)。

【0042】

続いて、ステップ 2 と同様の処理を行い、内部基準器 7 の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを記憶部 2 に一時的に記憶する (ステップ 10)。

【0043】

続いて、切替器 12 を内部基準器 7 側から生体 5 側へと接続を切替え、この生体 5 に生じる電圧を検出し、この電圧を増幅器 13 で増幅し、この増幅された電圧のノイズ成分をフィルタ 14 で除去する。次いで、A/D 変換器 (同期検波方式) 15 で、この電圧 (アナログ) をデジタル変換すると共に、定電圧 (正弦波交流) 発生器 8 からの正弦波発生のタイミング信号に基づいて、生体 5 の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離してマイコン 3 の生体インピーダンス演算手段 20 に出力する (ステップ 11)。

【0044】

続いて、生体インピーダンス演算手段 20 において、演算式記憶手段 17 に記憶される数 3 の式に、この出力された生体 5 の抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧と、変動定数記憶手段 18 に記憶される変動定数と代入して、生体 5 の真のインピーダンスの抵抗成分 R_B と生体 5 の真のインピーダンスのリアクタンス成分 X_B とを演算する。より具体的に詳述すると、数 3 の式の実測電圧変数 V_{BR} に、A/D 変換器 (同期検波方式) 15 で分離された生体 5 の抵抗成分に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{BX} に、生体 5 のリアクタンス成分に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{RR} に、ステップ 11 で記憶部 2 に一時的に記憶される内部基準器 7 の抵抗成分に基因する電圧を

10

20

30

40

50

代入し、実測電圧変数 V_{R_X} に、内部基準器 7 のリアクタンス成分に基因する電圧を代入し、変動変数 C_R 、 C_X に、ステップ 8 で変動定数記憶手段 18 に記憶される各変動定数を代入し、変動変数 V_{OSR} 、 V_{OSX} に、オフセット電圧を補正する各変動定数を代入しることにより、生体 5 の真のインピーダンスの抵抗成分 R_B と生体 5 の真のインピーダンスのリアクタンス成分 X_B とを演算して出力する（ステップ 12）。

【0045】

続いて、生体インピーダンス演算手段 20 から出力された生体 5 の真のインピーダンスの抵抗成分 R_B と生体 5 の真のインピーダンスのリアクタンス成分 X_B とを測定結果として表示部 4 で表示する（ステップ 13）ことにより、一連の処理手順が終了する。

【0046】

次に、第 2 の実施の形態として、ソフト的処理によって、実測される生体のインピーダンスを抵抗成分とリアクタンス成分とに分離して生体の真のインピーダンスを求める態様について詳述する。

【0047】

第 2 の実施の形態に係わる生体インピーダンス測定装置の構成について、図 5 に示すブロック図を参照して説明する。

【0048】

第 2 の実施の形態の生体インピーダンス測定装置は、測定手段 21 と、記憶部 2 と、マイコン 23 と、表示部 4 とを備える。

【0049】

測定手段 21 においては、生体 5、外部基準器 6 又は内部基準器 7 についてのインピーダンスに基因する電圧を測定する。そして、この測定手段 21 は、定電圧（正弦波交流）発生器 24、電圧／電流変換器 9、内部基準器 7、電極 A10、電極 B11、切替器 12、増幅器 13、フィルタ 14 及び A/D 変換器 25 から成る。なお、電圧／電流変換器 9、内部基準器 7、電極 A10、電極 B11、切替器 12、増幅器 13 及びフィルタ 14 については、第 1 の実施の形態と同様なので詳述を省略し、定電圧（正弦波交流）発生器 24 と A/D 変換器 25 とについて詳述する。

【0050】

定電圧（正弦波交流）発生器 24 は、高周波（例えば、50 kHz）の定電圧を発生し、電圧／電流変換器 9 に出力する。（第 1 の実施の形態のように、正弦波発生タイミング信号の A/D 変換器への出力を行わない。）

【0051】

A/D 変換器 25 は、フィルタ 14 でノイズ成分が除去された電圧（アナログ）をデジタル変換して、マイコン 23 に出力する。（第 1 の実施の形態のように、インピーダンスに基因する電圧を抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離する分離手段を兼ねない。）

【0052】

記憶部 2（演算式記憶手段 17 及び変動定数記憶手段 18）は、第 1 の実施の形態と同様なので詳述を省略する。

【0053】

マイコン 23 においては、分離手段 26、変動定数演算手段 19 及び生体インピーダンス演算手段 20 を有すると共に、定電圧（正弦波交流）発生器 24 からの高周波の定電圧の発生の制御その他の公知の如き制御を行う。

【0054】

分離手段 26 は、A/D 変換器 25 から出力されたインピーダンスに基因する電圧と、定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期と同じ又は 90° 進む周期を時分割した振幅とに基づいて、内部基準器 7 又は生体 5 若しくは外部基準器 6 の実測による抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを演算する。

【0055】

変動定数演算手段 19 は、内部基準器 7 及び外部基準器 6 の測定によって分離手段 26 で

10

20

30

40

50

演算により分離された抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧と、測定手段 21 で測定される外部基準器 6 のインピーダンスの既知の抵抗成分及びリアクタンス成分とに基づいて、演算式記憶手段 17 に予め記憶されるインピーダンス演算式（数 3 の式）から変動変数の定数である変動定数を演算する。

【0056】

生体インピーダンス演算手段 20 は、変動定数記憶手段 18 で記憶される変動定数と、測定手段 21 で測定され、分離手段 26 で分離される生体 5 のインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧とを、演算式記憶手段 17 に予め記憶されるインピーダンス演算式（数 3 の式）に代入し、生体 5 の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を演算する。

10

【0057】

表示部 4 は、生体インピーダンス演算手段 20 で演算された結果を表示する。

【0058】

第 2 の実施の形態に係わる生体インピーダンス測定装置の使用及び動作の流れについて、図 4 に示すフローチャートを参照して説明する。

【0059】

まず、図 5 に示すように、生体インピーダンスの測定範囲の下限に該当する既知のインピーダンス（例えば、 $R = 100$ 、 $X = 0$ ）である外部基準器 6 を電極 A 10 及び電極 B 11 に接続する（ステップ 1）。

【0060】

20

続いて、マイコン 23 からの制御により定電圧（正弦波交流）発生器 24 から高周波（例えば、50 kHz）の定電圧を発生し、電圧 / 電流変換器 9 でこの高周波の定電圧を定電流に変換し、内部基準器 7 へと出力する。次いで、切替器 12 を既知のインピーダンス（例えば、 $R = 800$ 、 $X = 0$ ）である内部基準器 7 側と接続し、この内部基準器 7 に生じる電圧を検出し、この電圧を増幅器 13 で増幅し、この増幅された電圧のノイズ成分をフィルタ 14 で除去し、この除去された電圧（アナログ）を A / D 変換器 25 でデジタル信号に変換してマイコン 23 内の分離手段 26 に出力する。

【0061】

次いで、マイコン 23 内の分離手段 26 において、図 6 のフローチャートに示す処理を行い、内部基準器 7 の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを演算する（ステップ 2）。

30

【0062】

このステップ 2 においての図 6 での処理をより具体的に詳述する。分離手段 26 における R 成分電圧及び X 成分電圧の各積算バッファをクリア（ステップ 21）ておき、分離手段 26 における積算カウンタを $n = 0$ （ステップ 22）とし、割り込み発生状態（ステップ 23）とした上で、まず、上述した A / D 変換器 25 が実行されて（ステップ 24）、その A / D 変換器 25 から出力されたデジタル信号であるインピーダンスに基因する電圧（ $V(t)$ ）を取り込む（ステップ 25）。次に、定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期と同じ周期を時分割した振幅（ $\sin \theta_1$ ）をマイコン 23 内の ROM テーブルから読み込む（ステップ 26）。次に、取り込んだ内部基準器 7 の実測によるインピーダンスに基因する電圧（ $V(t)$ ）と、マイコン 23 内の ROM テーブルから読み込んだ定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期と同じ周期を時分割した振幅（ $\sin \theta_1$ ）を乗算し（ステップ 27）、R 成分電圧積算バッファに加算する（ステップ 28）。次に、定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期より 90° 進む周期を時分割した振幅（ $\cos \theta_1$ ）をマイコン 23 内の ROM テーブルから読み込む（ステップ 29）。次に、取り込んだ内部基準器 7 の実測によるインピーダンスに基因する電圧（ $V(t)$ ）と、マイコン 23 内の ROM テーブルから読み込んだ定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期より 90° 進む周期を時分割した振幅（ $\cos \theta_1$ ）を乗算し（ステップ 30）、X 成分電圧積算バッファに加算する（ステップ 31）。次に、積算カウンタが $n < 32$ であれば（ステップ 32 で YES

40

50

)、積算カウンタを $n = n + 1$ として(ステップ33)、ステップ23に戻り処理を繰り返す。なお、その際におけるステップ26及びステップ29では、時分割した振幅 \sin_i 、 \cos_i の i が順次繰り上がったものが読み込まれる。一方、積算カウンタが $n < 32$ でなければ(ステップ32でNO)、R成分電圧及びX成分電圧積算バッファに積算された実測電圧変数 $V_{R R}$ 及び $V_{R X}$ を記憶部2に一時的に記憶する(ステップ34)。

【0063】

続いて、切替器12を内部基準器7側から外部基準器6($R = 100$ 、 $X = 0$)側へと接続を切替え、この外部基準器6に生じる電圧を検出し、増幅器13でこの電圧を増幅し、フィルタ14でこの増幅された電圧のノイズ成分を除去し、この除去された電圧(アナログ)をA/D変換器25でデジタル信号に変換してマイコン23内の分離手段26に出力する。

10

【0064】

次いで、マイコン23内の分離手段26において、図6のフローチャートに示す処理を行い、外部基準器6の実測によるインピーダンスの抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを演算する(ステップ3)。

【0065】

このステップ3における図6での処理をより具体的に詳述する。分離手段26におけるR成分電圧及びX成分電圧の各積算バッファをクリア(ステップ21)ておき、分離手段26における積算カウンタを $n = 0$ (ステップ22)とし、割り込み発生状態(ステップ23)とした上で、まず、上述したA/D変換器25が実行されて(ステップ24)、そのA/D変換器25から出力されたデジタル信号であるインピーダンスに基因する電圧($V(t)$)を取り込む(ステップ25)。次に、定電圧(正弦波交流)発生器24から発生される正弦波の周期と同じ周期を時分割した振幅(\sin_1)をマイコン23内のROMテーブルから読み込む(ステップ26)。次に、取り込んだ外部基準器6の実測によるインピーダンスに基因する電圧($V(t)$)と、マイコン23内のROMテーブルから読み込んだ定電圧(正弦波交流)発生器24から発生される正弦波の周期と同じ周期を時分割した振幅(\sin_1)を乗算し(ステップ27)、R成分電圧積算バッファに加算する(ステップ28)。次に、定電圧(正弦波交流)発生器24から発生される正弦波の周期より 90° 進む周期を時分割した振幅(\cos_1)をマイコン23内のROMテーブルから読み込む(ステップ29)。次に、取り込んだ外部基準器6の実測によるインピーダンスに基因する電圧($V(t)$)と、マイコン23内のROMテーブルから読み込んだ定電圧(正弦波交流)発生器24から発生される正弦波の周期より 90° 進む周期を時分割した振幅(\cos_1)を乗算し(ステップ30)、X成分電圧積算バッファに加算する(ステップ31)。次に、積算カウンタが $n < 32$ であれば(ステップ32でYES)、積算カウンタを $n = n + 1$ として(ステップ33)、ステップ23に戻り処理を繰り返す。なお、その際におけるステップ26及びステップ29では、時分割した振幅 \sin_i 、 \cos_i の i が順次繰り上がったものが読み込まれる。一方、積算カウンタが $n < 32$ でなければ(ステップ32でNO)、R成分電圧及びX成分電圧積算バッファに積算された実測電圧変数 $V_{B R}$ 及び $V_{B X}$ を記憶部2に一時的に記憶する(ステップ34)。

20

30

40

【0066】

続いて、電極A10及び電極B11への接続を、生体インピーダンスの測定範囲の下限に該当する既知のインピーダンス(例えば、 $R = 100$ 、 $X = 0$)である外部基準器6から、生体インピーダンスの測定範囲の上限に該当する既知のインピーダンス(例えば、 $R = 800$ 、 $X = 0$)である外部基準器6に替える(ステップ4)。

【0067】

続いて、ステップ2と同様の処理を行い、内部基準器7の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを記憶部2に一時的に記憶する(ステップ5)。

【0068】

続いて、ステップ3と同様の処理を行い、生体インピーダンスの測定範囲の上限に該当す

50

る既知のインピーダンス（例えば、 $R = 800$ 、 $X = 0$ ）である外部基準器 6 の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを記憶部 2 に一時的に記憶する（ステップ 6）。

【0069】

続いて、ステップ 7 乃至ステップ 9 においては、第 1 の実施の形態における処理と同様であり、詳述を省略する。

【0070】

続いて、ステップ 2 と同様の処理を行い、内部基準器 7 の抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを記憶部 2 に一時的に記憶する（ステップ 10）。

【0071】

続いて、切替器を内部基準器 7 側から生体 5 側へと接続を切替え、この生体 5 に生じる電圧を検出し、この電圧を増幅器 13 で増幅し、この増幅された電圧のノイズ成分をフィルタ 14 で除去し、この除去された電圧（アナログ）を A/D 変換器 25 でデジタル信号に変換してマイコン 23 内の分離手段 26 に出力する。

【0072】

次いで、マイコン 23 内の分離手段 26 において、図 6 のフローチャートに示すような処理を行い、生体 5 の実測による抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とを演算する（ステップ 11）。

【0073】

このステップ 11 における図 6 での処理をより具体的に詳述する。分離手段 26 における R 成分電圧及び X 成分電圧の各積算バッファをクリア（ステップ 21）ておき、分離手段 26 における積算カウンタを $n = 0$ （ステップ 22）とし、割り込み発生状態（ステップ 23）とした上で、まず、上述した A/D 変換器 25 が実行されて（ステップ 24）、その A/D 変換器 25 から出力されたデジタル信号であるインピーダンスに基因する電圧（ $V(t)$ ）を取り込む（ステップ 25）。次に、定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期と同じ周期を時分割した振幅（ $\sin \theta_1$ ）をマイコン 23 内の ROM テーブルから読み込む（ステップ 26）。次に、取り込んだ生体 5 の実測によるインピーダンスに基因する電圧（ $V(t)$ ）と、マイコン 23 内の ROM テーブルから読み込んだ定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期と同じ周期を時分割した振幅（ $\sin \theta_1$ ）を乗算し（ステップ 27）、R 成分電圧積算バッファに加算する（ステップ 28）。次に、定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期より 90° 進む周期を時分割した振幅（ $\cos \theta_1$ ）をマイコン 23 内の ROM テーブルから読み込む（ステップ 29）。次に、取り込んだ生体 5 の実測によるインピーダンスに基因する電圧（ $V(t)$ ）と、マイコン 23 内の ROM テーブルから読み込んだ定電圧（正弦波交流）発生器 24 から発生される正弦波の周期より 90° 進む周期を時分割した振幅（ $\cos \theta_1$ ）を乗算し（ステップ 30）、X 成分電圧積算バッファに加算する（ステップ 31）。次に、積算カウンタが $n < 32$ であれば（ステップ 32 で YES）、積算カウンタを $n = n + 1$ として（ステップ 33）、ステップ 23 に戻り処理を繰り返す。なお、その際におけるステップ 26 及びステップ 29 では、時分割した振幅 $\sin \theta_i$ 、 $\cos \theta_i$ の i が順次繰り上がったものが読み込まれる。一方、積算カウンタが $n < 32$ でなければ（ステップ 32 で NO）、R 成分電圧及び X 成分電圧積算バッファに積算された実測電圧変数 V_{BR} 及び V_{BX} を生体インピーダンス演算手段 20 に出力する（ステップ 34）。

【0074】

続いて、生体インピーダンス演算手段 20 において、演算式記憶手段 17 に記憶される数 3 の式に、この出力された生体 5 の抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧と、変動定数記憶手段 18 に記憶される変動定数と代入して、生体 5 の真のインピーダンスの抵抗成分 R_B と生体 5 の真のインピーダンスのリアクタンス成分 X_B とを演算する。より具体的に詳述すると、数 3 の式の実測電圧変数 V_{BR} に、分離手段 26 で分離された生体 5 の抵抗成分に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 V_{BX} に、生体 5 のリ

10

20

30

40

50

アクタンス成分に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 $V_{R R}$ に、ステップ 11 で記憶部 2 に一時的に記憶される内部基準器 7 の抵抗成分に基因する電圧を代入し、実測電圧変数 $V_{R X}$ に、内部基準器 7 のリアクタンス成分に基因する電圧を代入し、変動変数 C_R 、 C_X に、ステップ 8 で変動定数記憶手段 18 に記憶される各変動定数を代入し、変動変数 $V_{O S R}$ 、 $V_{O S X}$ に、オフセット電圧を補正する各変動定数を代入しることにより、生体 5 の真のインピーダンスの抵抗成分 R_B と生体 5 の真のインピーダンスのリアクタンス成分 X_B とを演算して出力する（ステップ 12）。

【0075】

続いて、生体インピーダンス演算手段 20 から出力された生体 5 の真のインピーダンスの抵抗成分 R_B と生体 5 の真のインピーダンスのリアクタンス成分 X_B とを測定結果として表示部 4 で表示する（ステップ 13）ことにより、一連の処理手順が終了する。

10

【0076】

上述したように、本発明の生体インピーダンス測定装置は、測定手段により測定対象（生体、外部基準器、内部基準器）のインピーダンスに基因する電圧を測定し、ハード的又はソフト的な手段に基づいた分離手段により抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離する。これにより、インピーダンス変動要因と密接関係にある抵抗成分とリアクタンス成分とに分離できる。そして、変動定数演算手段によりこれらの抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧と、外部基準器のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分とを、演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス変動が考慮されたインピーダンス演算式（数 3 の式）に代入し、インピーダンス変動要因に基づく変動を表す変動変数の定数である変動定数を演算する。これにより、インピーダンス変動要因に基づく数値化した変動を求めることができる。更に、生体インピーダンス演算手段により変動定数と、測定された生体のインピーダンスとを、演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式（数 3 の式）に新たに代入し、生体の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を演算する。これにより、インピーダンス変動要因による変動分が補正された正確なデータを得ることができる。

20

【0077】

なお、上述した実施の形態においては、生体インピーダンスの測定範囲の下限に該当する既知のインピーダンス（例えば、 $R = 100$ 、 $X = 0$ ）である外部基準器と、生体インピーダンスの測定範囲の上限に該当する既知のインピーダンス（例えば、 $R = 800$ 、 $X = 0$ ）である外部基準器とを測定したが、同一の外部基準器であっても実施可能である。

30

【0078】

また、測定手段には、内部基準器を有するものとして説明したが、内部基準器は有せずとも実施可能である。本件形態の説明の如き内部基準器を有する場合には、従来技術で引用したインピーダンス測定法（特許第 2835656 号公報参照）の効果、すなわち、定電流源の環境変化による変動に影響されないといったことも享受できる。

【0079】

更に、ステップ 12 において、生体の真のインピーダンスの抵抗成分 R_B と生体の真のインピーダンスのリアクタンス成分 X_B とを演算して出力したが、抵抗成分 R_B とリアクタンス成分 X_B とから生体の真のインピーダンス Z_B として出力してもよい。

40

【0080】

更に、図 2 の回路モデルから導かれる数 3 の式を用いたが、数 4、数 5、数 6 又は数 7 の式を導いて用いても同様に実施可能である。

【数 4】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} m_R \\ m_X \end{pmatrix}}$$

【数5】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}}$$

【数6】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix}} + \begin{pmatrix} V_{OSR} \\ V_{OSX} \end{pmatrix}$$

【数7】

$$\begin{pmatrix} R_B \\ X_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} C_R \\ C_X \end{pmatrix} \times \frac{\begin{pmatrix} V_{BR} \\ V_{BX} \end{pmatrix}}{\begin{pmatrix} V_{RR} \\ V_{RX} \end{pmatrix}} + \begin{pmatrix} m_R \\ m_X \end{pmatrix}$$

なお、 m_R 、 m_X は、定数である。

【0081】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の生体インピーダンス測定装置は、測定手段により測定対象（生体、外部基準器、内部基準器）のインピーダンスに基因する電圧を測定し、分離手段により抵抗成分に基因する電圧とリアクタンス成分に基因する電圧とに分離し、変動定数演算手段によりこれらの抵抗成分に基因する電圧及びリアクタンス成分に基因する電圧と、外部基準器のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分とを、演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス変動が考慮されたインピーダンス演算式（数3の式）に代入し、インピーダンス変動要因に基づく変動を表す変動変数の定数である変動定数を演算し、生体インピーダンス演算手段により変動定数と、測定された生体のインピーダンスとを、演算式記憶手段に予め記憶されるインピーダンス演算式（数3の式）に新たに代入し、生体の真のインピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分を演算する。これにより、インピーダンス変動要因と密接関係にある抵抗成分とリアクタンス成分とに分離して、インピーダンス変動要因に基づく数値化（定数化）した変動を求め、インピーダンス変動要

10

20

30

40

50

因による変動分が補正された正確な真の生体インピーダンス（真の生体の抵抗成分、真の生体のリアクタンス成分）を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】生体インピーダンス測定装置（第 1 の実施の形態）の構成を示すブロック図である。

【図 2】測定手段における回路モデルである。

【図 3】インピーダンスの抵抗成分及びリアクタンス成分の関係を示す座標図である。

【図 4】生体インピーダンス測定装置の使用及び動作の流れを示すフローチャートである。

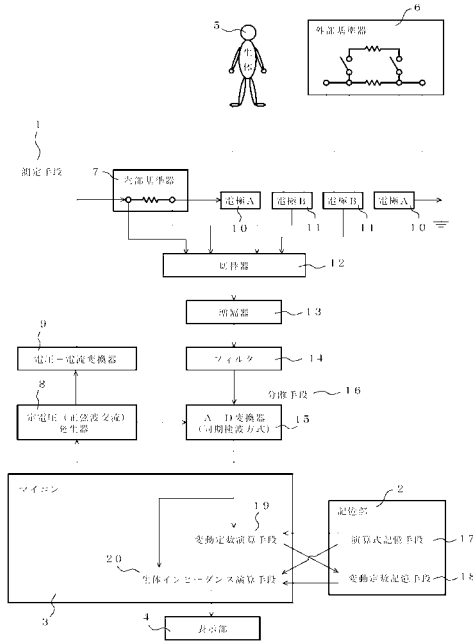
【図 5】生体インピーダンス測定装置（第 2 の実施の形態）の構成を示すブロック図である。 10

【図 6】分離手段 2 6（第 2 の実施の形態）での処理の流れを示すフローチャートである。

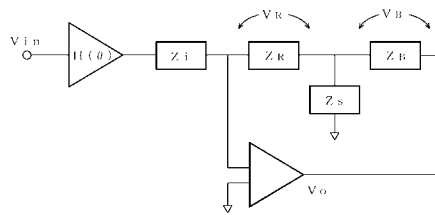
【符号の説明】

- | | | |
|---------|-------------------|----|
| 1、2 1 | 測定手段 | |
| 2、2 2 | 記憶部 | |
| 3、2 3 | マイコン | |
| 4 | 表示部 | |
| 5 | 生体 | |
| 6 | 外部基準器 | 20 |
| 7 | 内部基準器 | |
| 8、2 4 | 定電圧（正弦波交流）発生器 | |
| 9 | 電圧 / 電流変換器 | |
| 1 0 | 電極 A | |
| 1 1 | 電極 B | |
| 1 2 | 切替器 | |
| 1 3 | 増幅器 | |
| 1 4 | フィルタ | |
| 1 5 | A / D 変換器（同期検波方式） | |
| 1 6、2 6 | 分離手段 | 30 |
| 1 7 | 演算式記憶手段 | |
| 1 8 | 変動定数記憶手段 | |
| 1 9 | 変動定数演算手段 | |
| 2 0 | 生体インピーダンス演算手段 | |
| 2 5 | A / D 変換器 | |

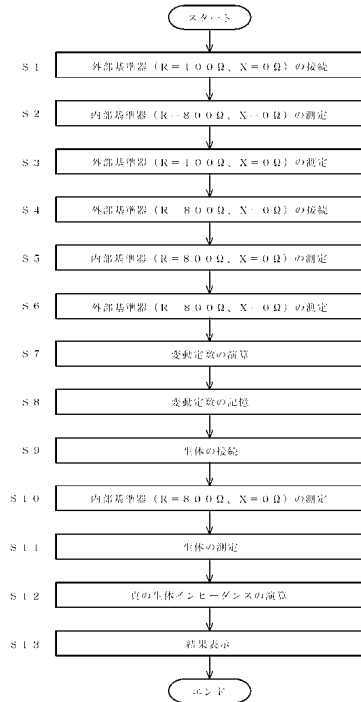
【図1】



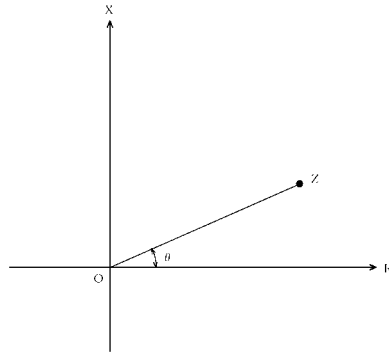
【図2】



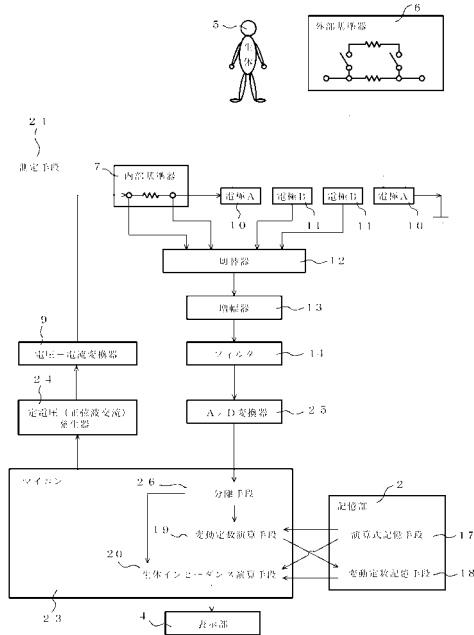
【図4】



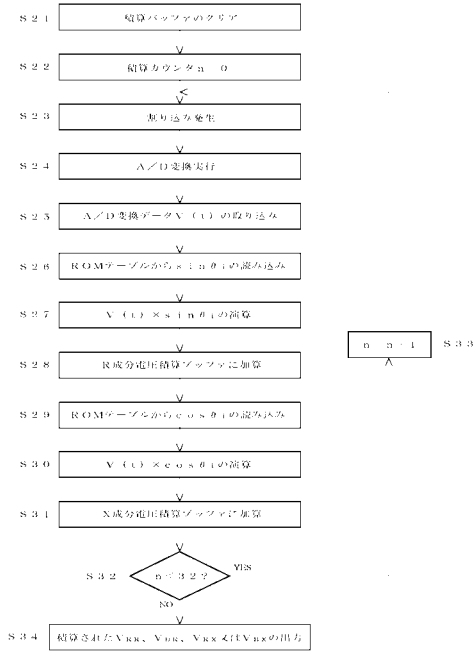
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 0 7 0 0 9 0 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 7 7 1 9 1 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 0 0 4 1 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 1 9 4 9 7 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A61B 5/05